

УДК 004.942

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ИМИТАЦИИ ЗНАЧЕНИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ГИДРОАГРЕГАТА ГЭС ДЛЯ ТРЕНАЖЕРА ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛА

Никулина А. В., Хвостов А. И.

Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С. П. Королёва, г. Самара

Одной из наиболее эффективных форм профессионального обучения оперативного персонала ГЭС является применение тренажеров, которые формируют навыки управления технологическим процессом как в нормальных режимах эксплуатации, так и аварийных ситуациях. Программный тренажер может максимально реалистично воссоздать ход технологического процесса, включая индикацию, блокировки, логику работы реального оборудования, поэтому его разработка является актуальной задачей.

Авторы участвуют в разработке тренажера для эмуляции технологических процессов ГЭС и работы общестанционных вспомогательных систем и оборудования, в частности, разрабатывают модель гидроагрегата (ГА), которая позволит имитировать все режимы его работы и изменять значения его технологических параметров в интервалах, соответствующих реальным [1].

Каждому режиму работы ГА или возможной аварийной ситуации (пуск/останов ГА; повышение температуры обмотки статора генератора; действие электрических защит трансформатора на останов ГА и т.п.) соответствует сценарий обучения тренажера, содержащий:

- 1) имитируемые параметры;
- 2) допустимые интервалы их изменения;
- 3) события, привязанные ко времени.

Авторы предлагают рассматривать построение имитационной модели ГА как задачу восстановления регрессии. Пусть задано пространство объектов X и множество возможных ответов Y . Существует неизвестная целевая зависимость $y^*: X \rightarrow Y$, значения которой известны только на объектах обучающей выборки $X^\ell = (x_i, y_i)_{i=1}^\ell$, $y_i = y^*(x_i)$. Требуется построить алгоритм (функцию регрессии) $a: X \rightarrow Y$, аппроксимирующий целевую зависимость y^* [2].

При выборе метода построения модели необходимо учитывать следующие факторы:

- задача моделирования значений параметров ГА требует анализа естественной информации большого объема: около 250-ти параметров, изменения которых регистрируется с точностью до миллисекунд;
- технологические параметры ГА связаны между собой сложными функциональными зависимостями;
- со временем происходит износ оборудования ГА и естественное изменение его параметров.

В качестве способа решения задачи восстановления регрессии был выбран механизм искусственных нейронных сетей (ИНС), так как:

- ИНС способны смоделировать сложный вид связей между технологическими параметрами ГА;
- в процессе использования модель с ИНС способна реагировать на изменения, происходящие с ГА, и корректировать параметры автоматически;

- в настоящее время разработаны и реализованы в виде программных библиотек эффективные алгоритмы обучения нейросетей.

Набор обучающих данных для ИНС формируется по историческим трендам автоматизированной системы управления ГА ГЭС. Для обучения нейросети используется метод обратного распространения ошибки.

Программной реализацией имитационной модели ГА является модуль работы с нейронными сетями (рис. 1).

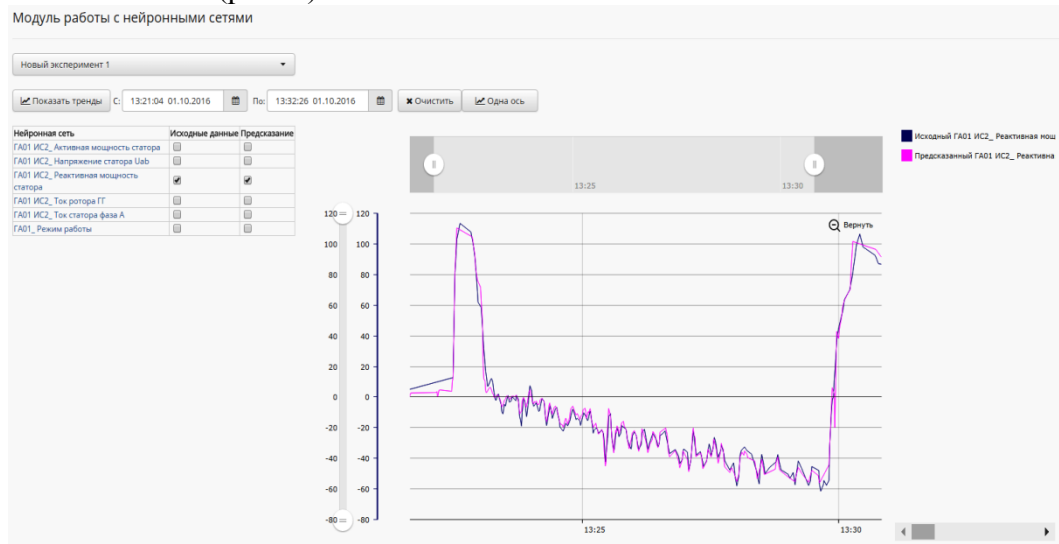


Рис. 1. Экранная форма модуля работы с нейронными сетями

В этом модуле для каждого сценария по n входным параметрам строится n трехслойных нейронных сетей с прямой передачей сигнала, т.е. моделируется зависимость каждого из n параметров от остальных $(n-1)$ параметров.

Разработанный модуль поддерживает выполнение следующих функций:

- чтение исторических значений моделируемых технологических параметров из файлов;
- подготовка обучающей выборки для нейросети;
- обучение нейросети;
- построение модели для имитации значений технологических параметров ГА;
- анализ результатов работы системы моделирования;
- построение линий трендов исходных значений параметров и значений, рассчитанных нейросетью;
- сохранение и загрузка нейросетей в систему.

Таким образом, разработанный модуль в составе тренажера оперативного персонала позволит для каждого конкретного ГА ГЭС строить модель, отражающую изменения его параметров, и проводить обучение на основе этой модели.

Библиографический список

1. Техническое задание на тренажер для подготовки оперативного и эксплуатационного персонала Саяно-Шушенской ГЭС имени П. С. Непорожного [Текст]. – р.п. Черемушки, 2016. – 21 с.
2. Воронцов К. В. Математические методы обучения по прецедентам [Электронный ресурс]. URL: http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Машинное_обучение_%28курс_лекций%2C_К.В.Воронцов%29 (дата обращения: 30.04.2017).